

FITOREMEDIASI LIMBAH DETERJEN MENGGUNAKAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES L.*) DAN GENJER (*LIMNOCHARIS FLAVA L.*)

Prasetyo Herlambang dan Okik Hendriyanto

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

email : prasherlambang@hotmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan tanaman kayu apu dan genjer dalam menurunkan limbah dan mengetahui pengaruh variabel kepadatan tanaman dan waktu tinggal terhadap penurunan fosfat dan COD. Dengan menggunakan tanaman kayu apu dan genjer masing-masing berjumlah 4, 5, 6, 7, 8 dalam waktu penelitian selama 3 sampai 15 hari maka hasil penelitian menunjukkan prosentase penurunan kadar fosfat dalam limbah laundry setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dan genjer sebesar 65.45% dan 58.45%. Untuk penurunan kadar COD dalam limbah laundry setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dan genjer sebesar 32.94% dan 26.80%. Hasil tersebut terjadi pada tanaman kayu apu dan genjer berjumlah 8 dengan waktu tinggal 15 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal dan banyaknya jumlah tanaman maka semakin besar penurunan kadar fosfat dan COD dalam limbah laundry.

Kata kunci : *Fitoremediasi, Pistia stratiotes L, Limbah Deterjen.*

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the ability of the Pistia stratiotes L and Limnocharis flava L in reducing waste and determine the effect of plant density and variable dwell time of the drop in phosphate and COD. By using Pistia stratiotes L and Limnocharis flava L each numbered 4, 5, 6, 7, 8 in a study for 3 to 15 days, the results showed a percentage decrease in the levels of phosphate in laundry waste after phytoremediation process using Pistia stratiotes L and Limnocharis flava L at 65.45 % and 58.45%. To decrease the levels of COD in the effluent laundry after phytoremediation process using Pistia stratiotes L and Limnocharis flava L by 32.94% and 26.80%. Those results occurred in Pistia stratiotes L and Limnocharis flava L amounted to 8 with a residence time of 15 days. This shows that the longer the dwell time and the large number of plants, the greater the reduction in the levels of phosphate and COD in the effluent laundry.

Keywords : *Phytoremediation, Pistia stratiotes L, Waste Detergent.*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang mempunyai fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya serta sebagai modal dasar dalam pembangunan. Perkembangan penduduk yang semakin meningkat sejalan dengan ketergantungan manusia terhadap air pun semakin besar, maka dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Karena untuk mendapatkan air bersih yang sesuai dengan standar tertentu, masih menjadi kebutuhan yang mahal karena banyak terjadi pencemaran limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan lainnya.

Salah satu faktor pencemaran lingkungan di perairan yaitu limbah domestik yang berasal dari limbah deterjen, seperti limbah rumah tangga, laundry, dan rumah makan. Deterjen didefinisikan sebagai produk pencuci atau pembersih yang mengandung sejumlah komponen diantaranya adalah surfaktan (agen aktif permukaan) yang mempunyai sifat mampu menghilangkan kotoran dengan proses fisika-kimia, seperti *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS). LAS termasuk dalam kategori surfaktan anionik yang lebih mudah didegradasi secara biologi daripada ABS. Akan tetapi menurut Sarialam (2009), LAS hanya terdegradasi sampai 50%, dan membutuhkan waktu Sembilan hari. Builder yang berfungsi untuk meningkatkan daya cuci, seperti *trinitriumpolifosfat* (TSPP), *trinitriumpolifosfat* terklorinasi, DEA (dietanolamina), dan senyawa fosfat kompleks yang dapat menyebabkan eutrofikasi (pengkayaan unsur hara yang berlebihan). Selain itu minyak dan

lemak yang ada pada limbah laundry dapat mengurangi kadar oksigen dalam air, meningkatkan kadar BOD dan COD serta menimbulkan bau busuk. (Metcalf & Eddy dalam Utami, 2003). Oleh karena itu diperlukan kontrol terhadap komponen utama dari deterjen yang memiliki potensi menyebabkan polusi lingkungan dengan tujuan pengurangan resiko pada lingkungan.

Untuk menanggulangi pencemaran yang timbul akibat air limbah, maka pengolahan air limbah merupakan hal yang mutlak diperlukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu fitoremediasi dengan tanaman air. Penggunaan tanaman air merupakan salah satu pengolahan untuk menurunkan kadar bahan organik deterjen di perairan.

Tanaman air dalam pengolahan air limbah sudah banyak dilakukan baik skala laboratorium maupun industri. Kayu apu dan genjer merupakan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru yang sangat besar sehingga merupakan gangguan kronis dan sulit dikendalikan (Tjitrosoepomo, 2000). Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akar-akarnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, mulai dari unsur yang berlimpah sampai dengan unsur yang sangat kecil dibutuhkan tanaman dan ternyata dapat diakumulasikan oleh tanaman (Wolverton dan Mcknown, 1975). Oleh sebab itu kayu apu dan genjer dapat dimanfaatkan untuk melakukan penjernihan air.

TINJAUAN TEORITIS

Karakteristik Limbah Laundry

Menurut Hera, limbah *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung fosfat yang berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STTP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam deterjen (Sulistiyani dan Fitrianingtyas, 2011). Menurut Connel dan Miller (1995), sementara *polyfosfat* dalam deterjen akan mengalami hidrolisis menjadi bentuk orthoposphate (PO_4^{3-}) yang siap digunakan oleh tumbuh-tumbuhan (Arifah, 2011).

Karakteristik yang terdapat didalam limbah *laundry* dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 1. Karakteristik limbah *laundry*

Parameter	Kualitas air limbah Laundry	Konsetrasi batas pada emisi air
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	62	30
pH	9.6	6.5 – 9
Suspended solid (mg/L)	35	80
Cl_2 (mg/L)	0.1	0.2
Total Nitrogen (mg/L)	2.75	10
Total Fosfat (mg/L)	9.9	1
COD (mg/L)	280	200
BOD_5 (mg/L)	195	30
Mineral Oil (mg/L)	4.8	10
AOX(mg/L)	0.12	0.5
Anionic Surfactan (mg/L)	10.1	1

sumber : sulistiyani, 2011

Baku Mutu Air Limbah Laundry

Dalam pengolahannya, effluent atau parameter pencemar dari limbah laundry harus disesuaikan dengan standart baku mutu. Dikarenakan limbah yang keluar ke badan air harus sesuai dengan ketentuan, agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Standart baku mutu limbah *laundry* menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur no. 72 tahun 2013, yang tertera pada tabel berikut :

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK KEGIATAN LAUNDRY	
Volume Air Limbah Maximum per satuan produk 16 liter/ kg cucian	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD_5	100
COD	250
TSS	100
Minyak dan Lemak	10
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (sebagai P_2O_4)	10
pH	6-9

Dampak yang ditimbulkan dari Limbah Laundry

Kurangnya pemahaman masyarakat akan bahayanya limbah *laundry* inilah yang memicu industri *laundry* bahkan masyarakat sendiri untuk langsung membuang air bekas cucian pakaian tersebut ke lingkungan. Tanpa disadari, kegiatan ini akan merusak kualitas perairan bahkan kesehatan masyarakat itu sendiri. Beberapa dampak yang ditimbulkan dari limbah *laundry* :

a. Gangguan Terhadap Lingkungan

Menurunnya kualitas perairan oleh limbah laundry ini ditengarai oleh adanya tanaman eceng gondok yang tumbuh dibadan-badan sungai secara terus menerus. Apabila dilihat dari siklus pertumbuhan eceng gondok, parameter fosfat lah yang berperan dalam pertumbuhan tanaman eceng gondok. Fosfat dijadikan sumber makanan oleh eceng gondok. Bisa dibayangkan apabila semua industry laundry membuang limbahnya tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, akan menyebabkan eutrofikasi dimana badan air kaya akan nutrisi terlarut dan menurunnya oksigen terlarut dalam air (EPA,1999). Hal ini terjadi karena sulitnya kontak oksigen di udara dengan badan air yang mengakibatkan tanaman eceng

gondok ini memakan oksigen terlarut dalam air. Hal ini juga berdampak pada biota air yang ada didalamnya.

b. Gangguan Terhadap Masyarakat

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia, mengingat banyak penyakit yang disebabkan oleh air limbah. Selain aspek lingkungan, limbah laundry juga mengakibatkan gangguan pada kesehatan masyarakat. Saat mencuci, kulit tangan terasa kering, panas melepuh, gampang mengelupas hingga mengakibatkan gatal dan kadang menjadi alergi. Hal ini diakibatkan dari deterjen yang terdapat dalam limbah laundry.

Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Chemical oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Pada reaksi ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

Menurut Metcalf and Eddy (1991), COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi

dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Beberapa bahan organik tertentu yang terdapat pada air limbah, kebal terhadap degradasi biologis dan ada beberapa diantaranya yang beracun meskipun pada konsentrasi yang rendah. Bahan yang tidak dapat didegradasi secara biologis tersebut akan didegradasi secara kimiawi melalui proses oksidasi, jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi tersebut dikenal dengan *Chemical Oxygen Demand*. Kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah, konsentrasi bahan organik yang rendah tidak selalu dapat direduksi dengan metode pengolahan yang konvensional.

Fosfat

Fosfat adalah bentuk persenyawaan fosfor yang berperan penting dalam menunjang kehidupan akuatik (Susana, T. dan Suyarsono, 2008). Fosfat merupakan salah satu unsur hara makro esensial dalam budidaya tanaman dan merupakan sumber daya utama unsur kalium dan nitrogen. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral dan bijih-bijian (Bausch, 1974). Fosfat berupa nonlogam, bervalensi banyak, dan termasuk golongan nitrogen. Fosfat juga penting bagi kehidupan manusia karena bersama dengan nitrogen dan kalium sangat diperlukan dalam pembuatan pupuk yang dibutuhkan untuk produktivitas pertanian yang memadai dan mencukupi (Barros, L.A.F., 2000). Fosfat dalam deterjen juga berfungsi sebagai pencegah datangnya kotoran ke dalam pakaian yang sudah dicuci kembali. Penggunaan deterjen tersebut pada akhirnya akan mempertambah konsentrasi fosfat badan air buangnya sehingga memicu pertumbuhan alga

(Paytan and McLaughlin, 2007). Namun, fosfat juga memiliki dampak buruk jika tidak dikelola dengan benar. Fosfat yang tersebar melalui limbah *laundry* (deterjen) akan mencemari lingkungan, khususnya badan air.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 2 macam variabel, yaitu :

1. Variabel yang ditetapkan :
 - a. Konsentrasi limbah 30%
 - b. Umur tanaman = 1 bulan
 - c. Pengujian dilakukan dalam rentang 3 hari sekali
 - d. Volume limbah 10 L
2. Variabel Peubah:
 - a. Waktu tinggal (hari): 3,6,9,12,15
 - b. Jumlah tanaman : 4, 5, 6, 7, 8

Parameter Penelitian

Parameter dalam penelitian ini meliputi:

- a. Phospat dan COD
- b. Suhu
- c. pH
- d. DO

Cara Kerja

1. 10 L air limbah dimasukkan ke dalam bak-bak plastik dengan volume 15 L.
2. Air limbah yang digunakan menggunakan konsentrasi 30%.
3. Tanaman ditimbang dengan timbangan digital.
4. Pengujian kadar phospat dan COD dilakukan dalam rentang 3 hari sekali selama 15 hari dalam masing-masing bak reactor.
5. Sebelum langkah-langkah diatas dilakukan, aklimasi tanaman kayu apu dan genjer selama 1 minggu pada bak-bak plastik yang diisi dengan air. Sebelum dan sesudah perlakuan air limbah diukur parameter fisika dan kimianya yang meliputi: suhu, DO, PH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Analisa Awal Dengan Konsentrasi Limbah 30%.

Parameter	Kualitas Air Limbah Laundry	Baku Mutu Limbah Laundry
Phospat (ppm)	20.84	10
COD (ppm)	365.73	250
pH	8.73	6-9
DO (ppm)	5.86	-
Suhu (°C)	29.50	-

Sumber: Hasil Penelitian 2015

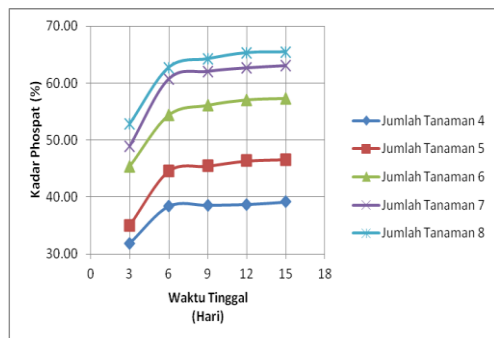
Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa penurunan kadar phospat semakin hari semakin meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu tinggal. Sedangkan prosentase penurunan kadar phospat semakin hari semakin menurun. Pada tanaman kayu apu berjumlah 4 tanaman, penurunan kadar phospat dari hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 14.21-12.68. Tanaman kayu apu berjumlah 5 tanaman dari hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunannya 13.54-11.13. Sedangkan tanaman kayu apu yang berjumlah 6 dan 7 tanaman penurunan kadar phospat hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 11.38-8.9 dan 10.66-7.7. Dan yang terakhir tanaman kayu apu berjumlah 8 pada hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunan kadar phospat menurun dari 9.83-7.2. Hal ini disebabkan karena tumbuhan mengalami kejenuhan dalam menurunkan pencemar. Sehingga semakin hari akan mengakibatkan tumbuhan mati dan akhirnya daya serap yang di hasilkan semakin kecil. Menurut Amalia (2005), kondisi demikian disebut dengan efek depurasi, yaitu pengembalian kembali kontaminan pada media karena tanaman telah jenuh (Ratna,2007).

Tabel 3. Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Phospat.

Jumlah Tanaman Kayu Apu	Waktu Tinggal	Kadar Phospat	
		Penurunan Kadar Phospat (mg/l)	Prosentase Penurunan Kadar Phospat(%)
4	3	14.21	31.81
	6	12.84	38.39
	9	12.8	38.58
	12	12.77	38.72
	15	12.68	39.16
5	3	13.54	35.03
	6	11.56	44.53
	9	11.37	45.44
	12	11.18	46.35
	15	11.13	46.59
6	3	11.38	45.39
	6	9.51	54.37
	9	9.15	56.09
	12	8.95	57.05
	15	8.9	57.29
7	3	10.66	48.85
	6	8.19	60.70
	9	7.91	62.04
	12	7.78	62.67
	15	7.7	63.05
8	3	9.83	52.83
	6	7.77	62.72
	9	7.45	64.25
	12	7.23	65.31
	15	7.2	65.45

Sumber: Hasil Penelitian 2015

Prosentase penurunan kadar phospat diatas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Phospat selama 15 hari.

Prosentase penurunan kadar phospat yang terjadi pada awal penelitian dengan tanaman kayu apu yaitu pada waktu tinggal 3 hari mengalami penurunan kadar phospat yang cukup besar dengan prosentase 31.81-52.83% pada setiap reaktor. Kemudian dilanjutkan dengan waktu tinggal 6 hari, prosentasi penurunan kadar phospat

hanya mengalami peningkatan sebesar 7-10% pada semua bak reaktor. Sedangkan pada waktu tinggal 9 hari prosentasi penurunan kadar phospat menurun sebesar 0.19-2% pada masing-masing reaktor. Pada waktu tinggal 12 hari peningkatan prosentase hanya mencapai 0.14-1.06% pada tiap reaktor. Selanjutnya pada hari terakhir percobaan (waktu tinggal ke 15) mengalami peningkatan prosentase lebih kecil dari hari sebelumnya sebesar 0.14-0.44%.

Tabel 4. Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Phospat.

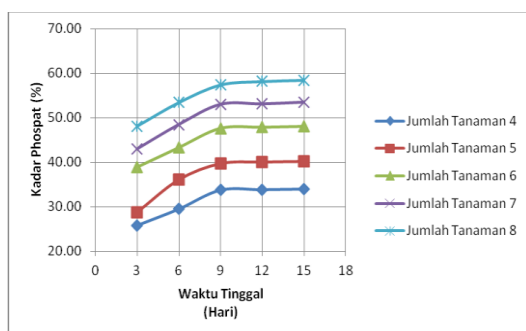
Jumlah Tanaman Genjer	Waktu Tinggal	Kadar Phospat	
		Penurunan Kadar Phospat (mg/l)	Prosentase Penurunan Kadar Phospat(%)
4	3	15.48	25.72
	6	14.7	29.46
	9	13.8	33.78
	12	13.78	33.88
	15	13.75	34.02
5	3	14.86	28.69
	6	13.33	36.04
	9	12.57	39.68
	12	12.5	40.02
	15	12.47	40.16
6	3	12.74	38.87
	6	11.82	43.28
	9	10.91	47.65
	12	10.86	47.89
	15	10.82	48.08
7	3	11.9	42.90
	6	10.75	48.42
	9	9.8	52.98
	12	9.78	53.07
	15	9.7	53.45
8	3	10.82	48.08
	6	9.71	53.41
	9	8.88	57.39
	12	8.72	58.16
	15	8.66	58.45

Sumber: Hasil Penelitian 2015.

Berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa penurunan kadar phospat dari hari ke hari semakin meningkat dan besar prosentase penurunan kadar phospat dari hari ke hari semakin menurun sama halnya seperti penurunan kadar phospat pada

tanaman kayu apu. Tanaman genjer berjumlah 4, penurunan kadar phospat dari hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 15.48-13.75. Tanaman genjer berjumlah 5 dari hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunannya 14.86-12.47. Sedangkan tanaman genjer yang berjumlah 6 dan 7 penurunan kadar phospat hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 12.74-10.82 dan 11.9-9.7. Dan yang terakhir tanaman genjer berjumlah 8 pada hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunan kadar phospat menurun dari 10.82-8.66.

Untuk memudahkan dalam analisa, data prosentase penurunan konsentrasi phospat disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 2. Hubungan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Phospat selama 15 hari.

Sedangkan dengan menggunakan tanaman genjer prosentase penurunan kadar phospat sebesar 26-48% setiap reaktor.

Dilanjutkan dengan waktu tinggal 6 hari, prosentasi penurunan kadar phospat hanya mengalami peningkatan sebesar 4-7% pada semua bak reaktor. Sedangkan pada waktu tinggal 9 hari prosentasi penurunan kadar phospat menurun sebesar 4-5% pada masing-masing reaktor. Pada waktu tinggal 12 hari peningkatan prosentase hanya mencapai 0.1-0.8% pada tiap reaktor. Selanjutnya pada hari terakhir

percobaan (waktu tinggal ke 15) mengalami peningkatan prosentase lebih kecil dari hari sebelumnya sebesar 0.1-0.4%. Hal ini menandakan semakin kecilnya penurunan kadar phospat dalam setiap bak reaktor.

Waktu tinggal tersingkat dengan prosentase penurunan terbesar terjadi pada waktu tinggal ke 3 hari mencapai 32-53% dalam setiap bak reaktor yang berisikan tanaman kayu apu. Sedangkan bak reaktor yang berisikan tanaman genjer prosentase penurunan terbesar terjadi pada hari ke 3 sebesar 26-48%. Akumulasi penurunan kadar phospat terbesar selama masa penelitian terjadi pada tanaman kayu apu dan genjer yang berjumlah 8 sebesar 65.45% dan 58.45%. Apabila ditinjau dari waktu terbaik untuk memenuhi baku mutu limbah laundry, waktu tinggal ke 6 dalam masing-masing reaktor yang berisi tanaman kayu apu sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan, dengan kadar phospat rata-rata 9 mg/l. sedangkan reaktor yang berisikan tanaman genjer membutuhkan 9 hari untuk memenuhi baku mutu, dengan kadar phospat rata-rata 10 mg/l.

Tabel 5. Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar COD.

Jumlah Tanaman Kayu Apu	Waktu Tinggal	Kadar COD	
		Penurunan Kadar COD (mg/l)	Prosentase Penurunan Kadar COD(%)
4	3	315.43	13.75
	6	290.87	20.47
	9	280.73	23.24
	12	279.25	23.65
	15	278.95	23.73
5	3	307.81	15.84
	6	286.58	21.64
	9	276.42	24.42
	12	273.87	25.12
	15	272.82	25.40
6	3	300.75	17.77
	6	272.47	25.50

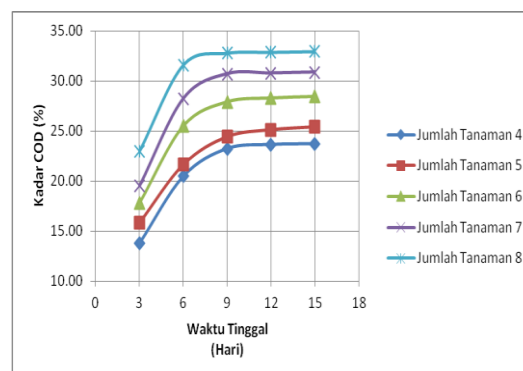
7	9	263.64	27.91
	12	262.23	28.30
	15	261.68	28.45
	3	294.42	19.50
	6	262.5	28.23
	9	253.47	30.69
	12	253.2	30.77
8	15	252.84	30.87
	3	281.75	22.96
	6	250.21	31.59
	9	245.85	32.78
	12	245.53	32.87
	15	245.26	32.94

Sumber: Hasil Penelitian 2015

Berdasarkan tabel 5. dapat diketahui bahwa penurunan kadar COD dari hari ke hari semakin meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu tinggal. Tetapi besar prosentase penurunan kadar COD dari hari ke hari semakin menurun. Seperti tanaman kayu apu berjumlah 4, penurunan kadar COD dari hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 315.43-278.95. Tanaman kayu apu berjumlah 5 dari hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunannya 307.81-272.82.

Sedangkan tanaman kayu apu yang berjumlah 6 dan 7 penurunan kadar COD hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 300.75-261.68 dan 294.42-252.84. Dan yang terakhir tanaman kayu apu berjumlah 8 pada hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunan kadar COD menurun dari 281.75-245.26.

Untuk memudahkan dalam analisa, data prosentase penurunan konsentrasi COD disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 3. Hubungan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar COD selama 15 hari.

Pada waktu tinggal 3 hari penurunan kadar COD pada tiap reaktor yang berisikan tanaman kayu apu meningkat rata-rata sebesar 13.75-22.96%. Kemudian pada waktu tinggal ke 6 hari prosentase penurunan kadar COD menjadi 20.47-31.59% tiap reaktor. Dilanjutkan pada waktu tinggal ke 9 dan waktu tinggal ke 12 hari prosentase penurunannya menjadi 23.24-32.78% dan 23.65-32.87%. Pada hari terakhir pengamatan yaitu pada waktu tinggal ke 15 hari penurunan kadar phospat 23.73-32.94%.

Tabel 6. Penurunan Kadar COD selama 15 hari

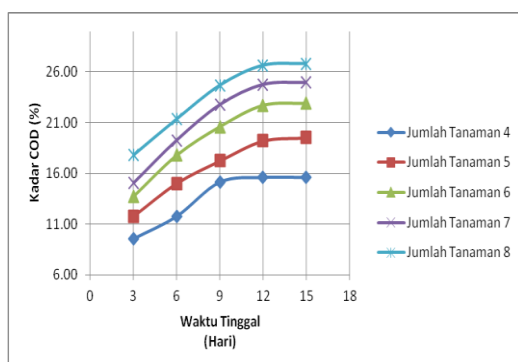
Jumlah Tanaman Genjer	Waktu Tinggal	Kadar COD	
		Penurunan Kadar COD (mg/l)	Prosentase Penurunan Kadar COD(%)
4	3	330.9	9.52
	6	322.75	11.75
	9	310.4	15.13
	12	308.67	15.60
	15	308.69	15.60
5	3	322.67	11.77
	6	310.8	15.02
	9	302.72	17.23
	12	295.52	19.20
	15	294.37	19.51
6	3	315.42	13.76
	6	300.62	17.80
	9	290.37	20.61
	12	282.7	22.70
	15	281.91	22.92
7	3	310.7	15.05
	6	295.3	19.26
	9	282.51	22.75

	12	275.25	24.74
	15	274.5	24.94
8	3	300.54	17.82
	6	287.6	21.36
	9	275.47	24.68
	12	268.3	26.64
	15	267.71	26.80

Sumber: Hasil Penelitian 2015

Berdasarkan tabel 7. dapat diketahui bahwa penurunan kadar COD dari hari ke hari semakin meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu tinggal. Tetapi besar prosentase penurunan kadar COD dari hari ke hari semakin menurun. Seperti tanaman genjer berjumlah 4, penurunan kadar COD dari hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 330.9-308.69. Tanaman genjer berjumlah 5 dari hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunannya 322.67-294.37. Sedangkan tanaman genjer yang berjumlah 6 dan 7 penurunan kadar COD hari ke 3 sampai hari ke 15 sebesar 315.42-281.91 dan 310.7-274.5. Dan yang terakhir tanaman genjer berjumlah 8 pada hari ke 3 sampai hari ke 15 penurunan kadar COD menurun dari 300.54-267.71.

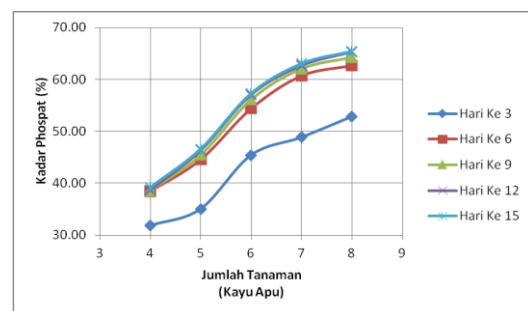
Untuk memudahkan dalam analisa, data prosentase penurunan konsentrasi COD disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 4. Hubungan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar COD selama 15 hari.

Sama halnya dengan reaktor yang berisikan tanaman kayu apu. Pada waktu tinggal 3 hari penurunan kadar COD pada tiap reaktor yang berisikan tanaman genjer meningkat rata-rata sebesar 9.52-17.82%. Kemudian pada waktu tinggal ke 6 hari prosentase penurunan kadar COD menjadi 11.75-21.36% tiap reaktor. Dilanjutkan pada waktu tinggal ke 9 dan waktu tinggal ke 12 hari prosentase penurunannya menjadi 15.13-24.68% dan 15.60-26.64%. Pada hari terakhir pengamatan yaitu pada waktu tinggal ke 15 penurunan kadar phospat 15.60-26.80%.

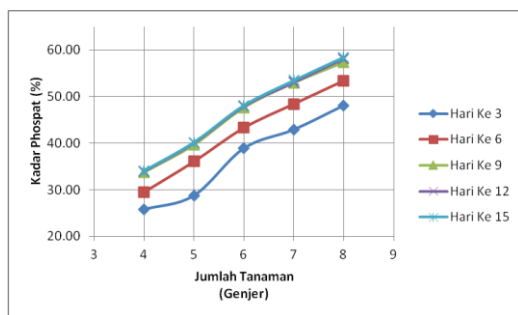
Hal diatas terjadi karena keberadaan tanaman kayu apu dan genjer dapat menurunkan kosentrasi COD yaitu dengan diserapnya bahan-bahan organik oleh tanaman tersebut. Pada daerah akar terjadi degradasi materi organik secara aerob dan anaerob selama limbah cair melewati rizosfer dari tanaman. Materi organik akan terdekomposisi akibat aktivitas mikroba, nitrogen akan teridentifikasi jika tersedia zat organik yang cukup akan teradsorpsi oleh media dan tanaman (Muzanah dan Soewondo, 2008).



Gambar 5. Hubungan Variasi Kepadatan Terhadap Penurunan Kadar Phospat

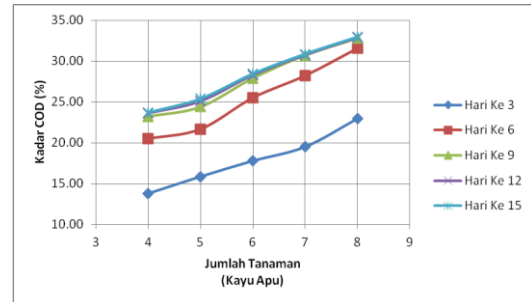
Berdasarkan pada grafik diatas dapat dilihat perbedaan besar prosentase penurunan kadar phospat dengan perlakuan menggunakan perbedaan

jumlah tanaman. Pada jumlah tanaman 4 kadar phospat dalam limbah laundry turun rata-rata 31.81-39.16%. Sedangkan jumlah tanaman 5 kadar phospat turun rata-rata 35.03-46.59%. Jumlah tanaman 6 penurunan kadar phospat rata-rata 45.39-57.29%. Jumlah tanaman 7 kadar phospat mengalami penurunan sebesar 48.85-63.05%. Dan jumlah tanaman 8 kadar phospat turun rata-rata 52.83-65.45%.



Gambar 6. Hubungan Variasi Kepadatan Terhadap Penurunan Kadar Phospat

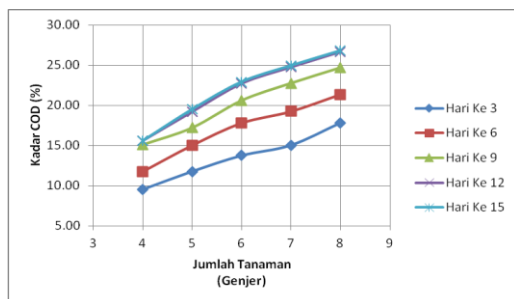
Berdasarkan pada grafik diatas, pada jumlah tanaman 4 kadar phospat dalam limbah laundry turun rata-rata 25.72-34.02%. Sedangkan jumlah tanaman 5 kadar phospat turun rata-rata 28.69-40.16%. Jumlah tanaman 6 penurunan kadar phospat rata-rata 38.87-48.08%. Jumlah tanaman 7 kadar phospat mengalami penurunan sebesar 42.90-53.45%. Dan jumlah tanaman 8 kadar phospat turun rata-rata 48.08-58.45%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan jumlah tanaman berpengaruh dalam menurunkan kadar phospat. Bertambahnya jumlah tanaman akan menambah besar penurunan kadar phospat. Akan tetapi semakin bertambahnya jumlah tanaman, mengakibatkan persaingan antar tanaman dalam memperoleh nutrisi.



Gambar 7. Hubungan Variasi Kepadatan Terhadap Penurunan Kadar COD

Berdasarkan pada grafik diatas pada jumlah tanaman 4 kadar phospat dalam limbah laundry turun rata-rata 13.75-23.73%. Sedangkan jumlah tanaman 5 kadar phospat turun rata-rata 15.84-25.40%. Jumlah tanaman 6 penurunan kadar phospat rata-rata 17.77-28.45%. Jumlah tanaman 7 kadar phospat mengalami penurunan sebesar 19.50-30.87%. Dan jumlah tanaman 8 kadar phospat turun rata-rata 22.96-32.94%.

Hal yang sama terjadi pada tanaman kayu apu dalam menurunkan kadar COD menunjukkan bahwa perbedaan jumlah tanaman berpengaruh dalam menurunkan kadar phospat. Bertambahnya jumlah tanaman akan menambah besar penurunan kadar phospat. Akan tetapi semakin bertambahnya jumlah tanaman, mengakibatkan persaingan antar tanaman dalam memperoleh nutrisi. Dampak dari persaingan tanaman adalah tanaman dalam pertumbuhannya akan terganggu dan semakin lama tanaman akan menjadi layu atau mati.



Gambar 8. Hubungan Variasi Kepadatan Terhadap Penurunan Kadar COD.

Berdasarkan pada grafik diatas pada jumlah tanaman 4 kadar phospat dalam limbah laundry turun rata-rata 9.52-15.60%. Sedangkan jumlah tanaman 5 kadar phospat turun rata-rata 11.77-19.51%. Jumlah tanaman 6 penurunan kadar phospat rata-rata 13.76-22.92%. Jumlah tanaman 7 kadar phospat mengalami penurunan sebesar 15.05-24.94%. Dan jumlah tanaman 8 kadar phospat turun rata-rata 17.82-26.80%.

Peristiwa ini menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tidak lepas dari simbiosis mutualisme antara tanaman, mikroorganisme, media tumbuh dan limbah itu sendiri. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Purwati dan Surachman (2007), bahwa tanah yang digunakan sebagai media tumbuh termasuk miskin unsur hara sehingga tanaman mengambil hara esensial yang berasal dari limbah.

Dalam penelitian ini terlihat bahwa jumlah tanaman 8 baik tanaman kayu apu dan genjer memiliki tingkat penurunan yang besar. Akan tetapi semakin banyaknya jumlah tanaman akan mengakibatkan persaingan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Moenandir (1998) kerapatan tanaman akan menyebabkan terjadinya kompetisi diantara tanaman, masing-masing tanaman akan memperebutkan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti cahaya, air, hara tanah dan udara (Selviningsih, 2006).

Terjadinya persaingan antar tanaman mengakibatkan proses fotosintesis ikut terganggu. Proses fotosintesis yang kurang baik juga akan mempengaruhi penurunan kadar pencemar. Perubahan warna daun yang terjadi, merupakan akibat terjadinya gangguan terhadap proses pembentukan klorofil atau yang dikenal dengan istilah klorosis (Ali, 2010). Dalam penelitian Hermawati (2005), perubahan warna daun dapat disebabkan oleh pencemar bahan organik dan terserapnya zat toksik oleh tumbuhan. Jika pembentukan klorofil terganggu, maka proses fotosintesis juga terganggu, pada akhirnya akan mengganggu pertumbuhan dan penurunan kadar pencemar dalam limbah laundry. Menurut Sitompul dan Guritno, daya kompetitif tanaman tergantung pada kapasitas organ akar dan daun dalam melaksanakan fungsi untuk pertumbuhan (Selviningsih, 2006).

Jadi kebutuhan unsur hara yang cukup dengan kepadatan yang seimbang maka proses fitoremediasi dapat berjalan dengan baik. Peristiwa ini menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tidak terlepas dari simbiosis mutualisme antara tanaman, mikroorganisme, media tumbuh dan limbah itu sendiri serta peranan unsur pendukung lainnya.

Tabel 8. Hasil Analisa Akhir Parameter Limbah Laundry.

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1	pH	mg/l	7.33
2	DO	mg/l	2.25
3	Suhu	°C	27.47

Derajat keasaman (pH) deterjen didalam air sangat mengganggu karena larutan sabun akan menaikkan pH air (Fardiaz, 1992). Oksigen terlarut (DO)

merupakan faktor penting untuk respirasi makhluk hidup. Kehidupan makhluk hidup didalam air tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupan (Wardhana, 1995). Selanjutnya suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam penanganan limbah. Suhu, pH, dan adanya zat-zat lain dapat mempengaruhi kepekatan busa deterjen (Connell dan Miller, 1995).

Dilihat dari tabel 4.6 bahwa pH mengalami penurunan menjadi 7.33. Penurunan pH oleh kedua tanaman disebabkan karena terserapnya unsur-unsur dalam air limbah ke dalam akar tanaman dalam jumlah banyak. Secara umum pH air dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ bebas. Fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO₂ dari air selama proses fotosintesis sehingga mengakibatkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari (Cholik dkk, 1991). Perbaikan nilai pH air limbah deterjen pada perlakuan diduga karena kemampuan kedua tanaman untuk menyerap unsur-unsur kimia baik organik maupun anorganik melalui proses kimiawi oleh faktor lingkungan.

Sedangkan DO juga mengalami penurunan menjadi 2.25. Dilakukannya pengolahan ini diharapkan dapat meningkatkan nilai oksigen terlarut, namun yang terjadi pada penelitian justru sebaliknya. Nilai tersebut termasuk rendah untuk mendukung kehidupan organisme perairan. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh tidak adanya aliran air. Pada percobaan ini, air limbah pada kondisi yang tetap dan berada dalam bak tanpa aerasi (aliran air) sehingga mengakibatkan rendahnya oksigen terlarut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan

Terangna (1989) bahwa tanpa aerasi kadar oksigen menurun terus.

Pada hasil analisa akhir, suhu juga mengalami penurunan menjadi 27.47. Menurut Tjitrosoepomo (2000) morfologi kedua tanaman juga mempengaruhi suhu limbah deterjen. Tanaman kayu apu memiliki bentuk morfologi yang menutupi seluruh permukaan media sedangkan tubuh tanaman genjer tidak seluruhnya menutupi permukaan media. Penutupan oleh tubuh tanaman mempengaruhi penurunan suhu pada limbah deterjen. Selain itu waktu pengambilan data juga mempengaruhi nilai suhu. Tingginya suhu buangan limbah deterjen akan mengakibatkan turunnya kadar oksigen terlarut (Riyadi, 1984).

KESIMPULAN

Tanaman kayu apu dan genjer mampu menurunkan limbah deterjen dengan jumlah tanaman masing-masing berjumlah 4, 5, 6, 7, 8 tanaman pada waktu tinggal masing-masing 3, 6, 9, 12, 15 hari.

1. Prosentase penurunan kadar fosfat terbesar dalam limbah laundry setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dan genjer sebesar 65.45% dan 58.45% dengan jumlah masing-masing 8 tanaman pada waktu tinggal masing-masing 15 hari.
2. Prosentase penurunan kadar COD terbesar dalam limbah laundry setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dan genjer sebesar 32.94% dan 26.80% dengan jumlah masing-masing 8 tanaman pada waktu tinggal masing-masing 15 hari.
3. Variabel kepadatan tanaman dan waktu tinggal berpengaruh pada penurunan kadar fosfat dan COD dalam limbah deterjen.

4. Semakin lama waktu tinggal dan banyaknya jumlah tanaman maka semakin besar penurunan kadar phospat dan COD dalam limbah laundry.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali. 2010. Kemampuan Tanaman Mangrove Untuk Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb²⁺). Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jawa Timur.
- Amalia.2005. Fitoremediasi Dapat di Aplikasikan Pada Limbah Organik Maupun Anorganik.
- Anonim.2011.Budidaya Tanaman Kayu Apu.
<http://duniatanaman.com/budidaya-kayu-apu-Ht>. Diakses pada 10 Februari 2015.
- Anonim.2008.Didalam badan air fosfat yang berlebih akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi.
- Arifah.2011.*Polyfosfat* dalam deterjen akan mengalami hidrolisis menjadi bentuk *orthophosphate*.
- Aris, Ferdian Adi. 2010. *Gulma Berdasarkan Kompetisi Cahaya, Air Dan Hara* .
<http://ferdyz-ferdyz.blogspot.com/2010/10/gulma.html>. Diakses pada 10 Februari 2015.
- Barros.2000. Pemulihan Kualitas Air Limbah Laundry dengan Reaktor Biofilter.
- Bausch.1974. Sumber Fosfor Alami Dalam Air Berasal dari Pelepasan Mineral-Mineral dan Biji-Bijian.
<http://noelyakuza.blogspot.co.id>. Diakses pada 10 Februari 2015.
- Bercak, Alam. 2014. *Pengertian chemical oxygen demand (COD)*
<http://ilmualam bercak.blogspot.com/2013/04/pengertian-chemical-oxygen-demand-cod.html>. Diakses pada 5 Februari 2015.
- Cholik, F.A., Wiyono dan R. Arifudin.1991. Pengelolaan kualitas air kolam ikan. *INFISMANUALSENI* 16: 1-9.
- Connel dan Miller.1995.*Polyphosphate* dalam deterjen mengalami hidrolisis selama pengolahan biologis dan menjadi bentuk *orthophosphate*.
- Dede.dkk.2011.Jamur dan Bakteri mengurangi kontaminan.
- EPA.1999. Eutrofikasi Dimana Badan Air Menjadi Kaya Akan Nutrien Terlarut.
<http://www.ejournal.undip.ac.id>. Diakses pada 5 Februari 2015.
- Fardiaz.1992. Polutan Air dan Polusi Udara, Fak, Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Firdaus. 2008. *Isi Gulma Kayu Apu*. Diakses pada 7 Februari 2015.
https://www.academia.edu/7330405/ISI_GULMA_KAYU_APU
- Hardayanti dan Rahayu.2006. *Fitoremediasi phosphate* dengan pemanfaatan Enceng Gondok (Studi kasus pada Limbah Cair Industry Kecil Laundry). UNDIP. Semarang.
- Halawa.2011.Tanaman air terapung yaitu tanaman yang mempunyai akar didalam air dengan daun diatas air.
- Hermawati, Ervina. 2005. *Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dan Genjer (Limncharis flava L.)*.

- Hilman, K. 2006. Dampak limbah Laundry Terhadap Kualitas Air Sungai. Yogyakarta.
- Ikawati, Sari. 2013. Efektivitas Dan Efisiensi Fitoremediasi Pada Deterjen Dengan Menggunakan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava*).
- Khambali dan Suryono. 2011. *The Wetland Technology* merupakan opsi pengolahan air limbah dan perkotaan dalam menciptakan kota sehat dan berkelanjutan. Hakli. Bondowoso.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. MC. Graw Hill. New York. America.
- Metcalf and Eddy. 2009. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse* 4th. New York. America.
- Moenandir, J. 1998. Persaingan Tanaman Budidaya dengan Gulma (Ilmu Gulma –Buku III). Jakarta: Rajawali Press.
- Muzanah dan Soewondo. 2008. Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Limbah Cair Pulp dan Kertas dengan Reaktor Kontak Stabilisasi.
- Nurjanah, Anita Dwi. *Aplikasi Tanaman Kayu Apu Pistia* 2012. <http://anitadwinurjanah.blogspot.com/2012/01/aplikasi-tanaman-kayu-apu-pistia.html>. Diakses pada 7 Februari 2015.
- Paytan, A, and McLaughlin, K. 2007. Phosphorus in Our Waters. *Oecography* (20) 2:200-208.
- Pratomo. 2004. Fitoremediasi Merupakan Salah Satu Metode Penurunan Logam Berat Yang Relatif Murah. <http://alitadisanjaya.blogspot.co.id>. Diakses pada 10 Februari 2015.
- Purwati dan Surachman. 2007. Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas dengan Sistem Lahan Basah.
- Puspita, L. 2008. Penurunan Kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan Fosfat dalam Limbah Laundry Menggunakan Anaerob Baffle Reaktor. IPB. Bogor.
- Rahayu, S. dan N. Terangna. 1989. Peranan Mikroorganisme Aerob pada Penguraian Deterjen dalam Air. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Perairan* 13: 31-35.
- Ratna. 2007. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman Dahlia pinnata.
- Riyadi, S. 1984. Pencemaran Air: Dasar-dasar dan Pokok-pokok Penanggulangannya. Surabaya: Karya Anda.
- Robert L.K. 1994. Proses Pengolahan Limbah Cair di RSUD. <http://digilib.its.ac.id>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2015.
- Sarialam. 2009. Komponen Utama Yang Terdapat Pada Deterjen. <http://digilib.its.ac.id>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2015.
- Satolom, Andri. 2014. *Klasifikasi dan deskripsi tanaman genjer* <http://scienceandri.blogspot.com/2014/07/klasifikasi-dan-deskripsi-tanaman-genjer.html>. Diakses pada 9 Februari 2015.
- Selviningsih. 2006. Kajian Berbagai Kepadatan Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil.
- Sulistiyani dan Fitrianingtyas. 2011. “Pengendalian Fouling Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Automatic Backwash

- dan Pencucian Membran”
Jurusan Teknik Kimia Fakultas
Teknik Undip.
- Supradata.2005.Pengolahan Limbah
Domestik Menggunakan
Tanaman Hias *Cyperus
Alternifolius* Dalam Sistem
Lahan Basah Buatan Aliran
Bawah Permukaan (SSf-
wetland).tesis magister
lingkungan.
- Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur
no. 72 tahun 2013.
- Tanaman Kayu Apu (Pistia
Stratiotes)*. Skripsi Program
Studi Teknik Lingkungan UPN
“Veteran” Jawa Timur.
- Wardhana, W. A. 1995. Dampak
Pencemaran Lingkungan.
Yogyakarta: Andi Offset.
- Wolverton and
Mcknown.1975.Eichhornia
Crassipes As A Biological
Monitor Of Heavy Metals In
Surface Waters.
- Susana T dan Suyarsono.2008. Kajian
Kualitas Limbah Cair Domestik
Di Beberapa Sungai.
<http://ejournal.unsrat.ac.id>.
Diakses pada 9 Februari 2015.
- Syariffauzi.2009.Phytoremediasi.[http://s
yariffauzi.wordpress.com/2009/
11/12/phytoremediation-
fitoremediasi/](http://syariffauzi.wordpress.com/2009/11/12/phytoremediation-fitoremediasi/).
- Tjitrosoepomo, G.2000. Taksonomi
Tumbuhan (*Spermatophyta*).
Yogyakarta: Gajah Mada
University Press.
- Wandhana, Ridho. 2013. *Pengolahan
Air limbah Laundry Secara
Alami (Fitoremediasi) dengan*